

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
31 mai 2001 (31.05.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/38245 A1(51) Classification internationale des brevets⁷: C03B 37/04(21) Numéro de la demande internationale:
PCT/FR00/03243(22) Date de dépôt international:
22 novembre 2000 (22.11.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:
99/14768 24 novembre 1999 (24.11.1999) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US):
SAINT-GOBAIN ISOVER [FR/FR]; 18, avenue d'Alsace,
F-92400 Courbevoie (FR).Daniel [FR/FR]; 28, avenue Jean-Jaurès, F-60290
Rantigny (FR). PIERUCCI, Laurent [FR/FR]; 9 bis, rue
du Port à Bateaux, F-60200 Compiègne (FR). DECKER,
Pascal [FR/FR]; 39, rue Kamme, F-67000 Strasbourg
(FR).(74) Mandataires: RENOUS CHAN, Véronique etc.;
Saint-Gobain Recherche, 39, quai Lucien Lefranc,
F-93300 Aubervilliers (FR).(81) États désignés (national): AU, BR, CA, HU, JP, KR, NO,
PL, RU, TR, US, ZA.(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE, TR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): GUYOT,

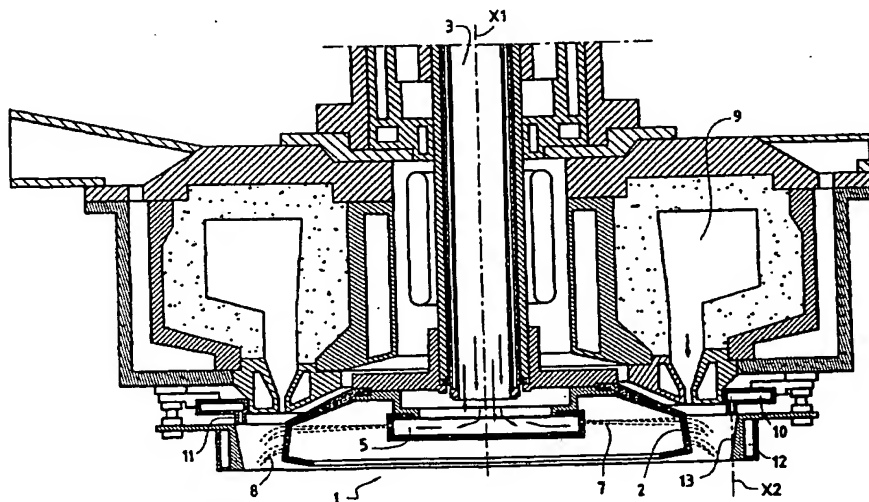
Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FORMING MINERAL WOOL BY INTERNAL CENTRIFUGING

(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF DE FORMATION DE LAINE MINERALE PAR CENTRIFUGATION INTERNE



(57) Abstract: The invention concerns a device for forming mineral fibres by internal centrifugation comprising a centrifuge (1) capable of rotating about an axis X_1 , in particular vertical and whereof the peripheral wall (2) is perforated with a plurality of orifices, high-temperature gaseous drawing means in the form of an annular burner (9), pneumatic means for controlling/adjusting the dimensions of the fibres in the form of a blow ring (10). The control and adjusting of the dimensions carried out by said pneumatic means are completed by another means, including a mechanical means comprising a cooled plate (12) arranged around the centrifuge (1) opposite its peripheral wall (2) at least. The invention also concerns a method using said device and its uses.

[Suite sur la page suivante]

WO 01/38245 A1



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé: L'invention a pour objet un dispositif de formation de fibres minérales par centrifugation interne comportant un centrifugeur (1) apte à tourner autour d'un axe X_1 , notamment vertical et dont la bande périphérique (2) est percée d'une pluralité d'orifices, un moyen d'étirage gazeux à haute température sous forme d'un brûleur annulaire (9), un moyen pneumatique pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres sous forme d'une couronne de soufflage (10). La canalisation et l'ajustement des dimensions des fibres opérées par ledit moyen pneumatique sont complétés par au moins un autre moyen, dont un moyen mécanique comprenant une paroi refroidie (12) disposée autour du centrifugeur (1) en regard de sa bande périphérique (2) au moins. L'invention porte aussi sur le procédé mettant en oeuvre le dispositif et des applications.

PROCEDE ET DISPOSITIF DE FORMATION DE LAINE MINERALE
PAR CENTRIFUGATION INTERNE

5

L'invention a trait aux techniques de formation de fibres minérales
10 ou d'autres matériaux thermoplastiques par le procédé de centrifugation
interne associée à un étirage par un courant gazeux à haute température.
Elle s'applique notamment à la production industrielle de laine de verre
destinée à entrer par exemple dans la composition de produits d'isolation
thermique et/ou acoustique.

15

Le procédé de formation de fibres auquel se rapporte l'invention
consiste à introduire un filet de verre fondu dans un centrifugeur, encore
appelé assiette de fibrage, tournant à grande vitesse et percé à sa
périphérie par un très grand nombre d'orifices par lesquels le verre est
projeté sous forme de filaments sous l'effet de la force centrifuge. Ces
20 filaments sont alors soumis à l'action d'un courant annulaire d'étirage à
température et vitesse élevées longeant la paroi du centrifugeur, courant
qui les amincit et les transforme en fibres. Les fibres formées sont
entraînées par ce courant gazeux d'étirage vers un dispositif de réception
généralement constitué par une bande perméable aux gaz.

25

Ce procédé a fait l'objet de nombreux perfectionnements. Ainsi, le
brevet EP-0 189 354 B1 porte sur un brûleur amélioré générant le courant
annulaire d'étirage, brûleur à combustion interne comprenant une chambre
de combustion annulaire.

30

Le brevet WO 97/15532 porte également sur une amélioration de ce
brûleur, amélioration consistant en ce que les gaz d'étirage présentent
radialement un gradient de température, en étant plus chauds à proximité
du centrifugeur.

Le brevet EP-0 519 797 B1 porte sur l'ajout d'une couronne de soufflage disposée à une distance radiale de l'axe du centrifugeur supérieure à celle du brûleur générant les gaz d'étirage, cette couronne de soufflage émettant des jets de gaz individualisés et divergents qui se rejoignent en dessous de la rangée d'orifices la plus basse du centrifugeur et qui ont pour fonction de générer une nappe gazeuse froide venant canaliser les fibres étirées à chaud.

L'invention s'intéresse plus particulièrement, sans caractère limitatif cependant, aux produits d'isolation thermique et/ou phonique présentant des propriétés mécaniques particulièrement élevées, pour des applications spécifiques nécessitant de telles propriétés. Il s'agit notamment des produits d'isolation supportant des éléments de maçonnerie et qui doivent par conséquent résister à des fortes compressions tels que les éléments servant à l'isolation des toitures-terrasses accessibles à la circulation. C'est aussi le cas des produits utilisés en isolation pour l'extérieur et qui doivent pouvoir, notamment, résister aux efforts à l'arrachement.

Pour atteindre ces performances, ce type de produit d'isolation est généralement de forte densité, par exemple d'au moins 40 kg/m^3 , et a subi, après l'opération de fibrage à proprement dire, une opération visant à ce que les fibres à l'intérieur du feutre prennent des directions aussi variées que possible sans trop modifier de façon sensible l'orientation générale de la nappe de fibres issue de la centrifugation. Cette opération consiste notamment en un "crêpage" des fibres, obtenu par passage de la nappe de fibres entre deux séries de convoyeurs délimitant ses faces inférieure et supérieure, une compression longitudinale résultant du passage d'une paire de convoyeurs animés d'une certaine vitesse à une paire de convoyeurs de vitesse inférieure à la précédente. Ce type d'opération est par exemple décrit dans le brevet EP-0 133 083.

Cependant, il a été constaté que cette opération de crêpage ne permettait pas toujours d'obtenir l'amélioration dans les propriétés mécaniques escomptée.

L'invention s'est alors fixée comme but d'améliorer les propriétés mécaniques de produits d'isolation thermique et/ou phonique (ou tout au moins d'assurer une meilleure constance de ces propriétés d'un produit à l'autre), sans en dégrader les propriétés d'isolation, en se concentrant plus particulièrement sur les produits d'isolation de haute densité ayant subi un crêpage.

Au lieu de chercher à modifier les paramètres du procédé de crêpage habituel, les inventeurs de la présente demande ont étudié les raisons pour lesquelles ce crêpage n'était pas toujours satisfaisant. Ils sont arrivés à la conclusion qu'après crêpage, il arrivait que les fibres ne présentaient pas suffisamment l'orientation isotrope qu'on espérait, et que ceci était dû au fait, notamment, que leurs dimensions n'étaient pas forcément les plus adaptées : les fibres, trop longues, étaient difficiles par simple crêpage à réorienter aussi aléatoirement qu'il était nécessaire pour assurer la meilleure résistance à l'arrachement et à la compression.

L'invention a alors consisté à modifier les conditions de fibrage pour ajuster les dimensions des fibres afin qu'elles se prêtent mieux au crêpage, notamment en les rendant plus courtes. Cette modification a, entre autres, porté sur la façon dont on canalisait les fibres ayant subi l'étirage gazeux à chaud, comme décrit ci-dessous :

L'invention a ainsi tout d'abord pour objet un dispositif de formation de fibres minérales par centrifugation interne comportant :

- un centrifugeur apte à tourner autour d'un axe, notamment vertical, et dont la bande périphérique est percée d'une pluralité d'orifices,
- un moyen d'étirage gazeux à haute température sous forme d'un brûleur annulaire,
- un moyen pneumatique pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres sous forme d'une couronne de soufflage.

L'invention prévoit en outre que la canalisation/l'ajustement des dimensions des fibres ajustées par ledit moyen pneumatique soient complétés par au moins un autre moyen, dont un moyen mécanique

comprenant une paroi refroidie disposée autour du centrifugeur en regard de sa bande périphérique au moins.

Le brûleur annulaire peut par exemple être du type décrit dans le brevet EP-0 189 354 précité.

5 La couronne de soufflage peut par exemple être du type décrit dans le brevet EP-0 519 797 précité. Ce brevet expliquait déjà que la nappe de gaz à température ambiante émise par la couronne de soufflage enveloppant les jets de gaz d'étirage du brûleur annulaire, avait le rôle de canaliser les fibres, de resserrer le tore formé par les fibres entre le
10 moment où elles sont éjectées par le centrifugeur et celui où elles sont recueillies par l'organe de réception situé sous le centrifugeur.

En fait, schématiquement, cette nappe de gaz n'est pas une barrière pneumatique "étanche", en ce sens que tout ou partie des fibres sont animées d'une force centrifuge suffisante pour la traverser. Par contre,
15 cette barrière pneumatique vient les freiner, infléchir éventuellement la direction de leur mouvement ; mais aussi agir sur leurs dimensions : quand les fibres viennent heurter la nappe de gaz froid, le choc qui en résulte est suffisamment fort pour que les fibres puissent éventuellement être brisées.

C'est donc un moyen pour contrôler la longueur des fibres.
20 Cependant, il s'est révélé insuffisant pour véritablement obtenir une longueur de fibres suffisamment courte pour autoriser un crêpage dans de meilleures conditions sans pour autant compromettre leurs capacités d'isolation. Le moyen mécanique additionnel préconisé par l'invention s'est montré très efficace pour compléter l'action de la couronne de soufflage et
25 offrir plus de possibilités pour contrôler la dimension des fibres. Il s'agit ici donc d'ajouter à la barrière pneumatique de la couronne de soufflage une autre barrière, cette fois mécanique, disposée autour du centrifugeur au-delà de la barrière pneumatique, qui va elle aussi remplir deux rôles : d'abord, elle va canaliser toutes les fibres, toutes celles ayant déjà pu
30 franchir la première barrière pneumatique, sous l'organe récepteur des fibres, ensuite, elle va permettre d'ajuster plus finement la longueur des fibres recueillies : les heurts des fibres contre la paroi physique permettent

très efficacement de les raccourcir pour obtenir un crêpage optimal. Outre le crêpage facilité, l'invention permet aussi d'obtenir des fibres dont les dimensions sont moins dispersées, dont l'histogramme des tailles, tend à être plus resserré. Enfin, les fibres plus courtes ont aussi moins tendance à former des agglomérats de fibres collées entre elles, fibres collées qui abaissent aussi bien la qualité thermique que mécanique du produit final, tout particulièrement sa résistance à l'arrachement.

En fait quand on fabrique des produits d'isolation à forte densité, le diamètre des fibres est un paramètre moins crucial pour obtenir un bon niveau d'isolation thermique que pour les produits plus légers : on peut ainsi "se permettre" d'avoir des fibres plus grosses pour une meilleure résistance mécanique. Le diamètre est une caractéristique que l'on peut notamment contrôler par le choix des paramètres de fonctionnement du brûleur annulaire et par le débit de verre alimentant le centrifugeur. Cependant, plus les fibres sont grosses et plus elles sont longues généralement. C'est là où l'invention intervient, la paroi mécanique permettant, très schématiquement, de couper ces grosses fibres pour faciliter leur crêpage en gardant leurs propriétés mécaniques.

Cependant l'invention s'applique de façon plus générale à des fibres de toutes dimensions, de tout diamètre.

La barrière pneumatique et la barrière mécanique se combinent, la première permettant de moduler la vitesse, la direction de mouvement des fibres, voire déjà de les couper, la seconde venant les bloquer dans leur expansion radiale et achever leur ajustement en longueur. Généralement, la majorité des fibres éjectées du centrifugeur, notamment au moins 80 à 90% des fibres, viennent heurter la paroi refroidie, le reste ayant pour l'essentiel été stoppé par les gaz de la couronne de soufflage. Tout comme la barrière pneumatique, on peut moduler très librement la configuration et les paramètres de cette paroi, notamment sa géométrie et sa position relative par rapport au centrifugeur, au brûleur annulaire, à la couronne de soufflage. Cette paroi est refroidie, de façon à ce que les fibres qui

entrent en contact avec elle, qui sont encore relativement chaudes, ne risquent pas de s'y coller.

Avantageusement, la surface extérieure de la paroi refroidie tournée vers le centrifugeur est essentiellement métallique, notamment à base d'acier inoxydable.

De préférence, cette surface extérieure est concentrique autour de l'axe du centrifugeur, en une partie ou en plusieurs parties solidarisées par des éléments de liaison mécanique. Cette surface extérieure est de préférence au moins partiellement cylindrique ou sous forme d'un tronc de cône. (Dans ce dernier cas, le cône est de préférence évasé dans sa partie supérieure. Dans tout le présent texte, par convention, "inférieur" et "supérieur" se rapportent à une hauteur projetée selon un axe vertical). Cette conicité est favorable, car elle va permettre de mieux rabattre les fibres, et de faciliter une interaction avec les gaz émis par la couronne de soufflage comme cela sera détaillé plus loin. Avantageusement, la paroi refroidie est au moins en partie sous forme d'un tronc de cône incliné d'un angle α_1 par rapport à l'axe X_1 du centrifugeur compris entre 0 et 30°, notamment strictement supérieur à 0°, par exemple entre 2 et 20° ou entre 5 et 15°. (Dans les cas les plus fréquemment rencontrés, l'axe du centrifugeur est vertical ou proche de la verticale).

On peut aussi caractériser la paroi refroidie par rapport à l'axe X_2 de projection des jets de gaz (ou de la nappe gazeuse) issus de la couronne de soufflage. On peut ainsi avoir avantageusement un angle d'inclinaison α_2 de la paroi sous forme d'un tronc de cône par rapport à l'axe X_2 qui est compris entre 0 et 60 ou 70°, notamment entre 2 et 20 ou 30°, ou entre 5 et 15°.

L'angle α_3 que fait l'axe X_2 avec la verticale peut être égale à 0. Dans ce cas, on va avoir, au vu des valeurs de α_1 et/ou de α_2 décrits plus haut, une convergence des gaz de la couronne de soufflage vers la paroi refroidie.

Mais cet angle α_3 peut différer de 0° . Avantageusement si α_3 est compris entre $+30^\circ$ et -30° , on se trouve dans le cas précité d'une convergence des gaz de la couronne de soufflage vers la paroi refroidie. Par contre, si α_3 a une amplitude supérieure à 30° , (jusqu'à 90°), on peut
5 avoir le cas de figure où il n'y a plus nécessairement convergence des gaz issus de la couronne de soufflage vers la paroi refroidie, mais plutôt convergence de ces gaz vers le plan selon lequel est disposée la bande périphérique percée d'orifices du centrifugeur.

De préférence, la hauteur de la paroi refroidie mesurée selon un axe
10 vertical est supérieure à celle de la bande périphérique du centrifugeur, la distance mesurée verticalement entre l'extrémité inférieure de ladite paroi et la rangée d'orifices la plus basse du centrifugeur étant égale à au moins la moitié de la hauteur de la bande périphérique, notamment entre la
moitié et le double de ladite hauteur.

15 La paroi offre ainsi une surface suffisante pour cantonner la trajectoire des fibres sous le centrifugeur, pour mieux accompagner et canaliser leurs trajectoires vers l'organe de réception et garantir que toutes les fibres ou quasiment toutes sont affectées par la présence de cette paroi, même celles issues des rangées d'orifice les plus basses du
20 centrifugeur.

Le mode de réalisation le plus simple de cette paroi refroidie consiste à l'intégrer dans un dispositif mécanique présentant une cavité munie d'un système de refroidissement par circulation de fluide du type eau, notamment un dispositif du type boîte à eau ("waterjacket" en
25 anglais). On utilise aussi une boîte à eau annulaire autour et en dessous du centrifugeur.

Avantageusement, la configuration du moyen pneumatique et celle de la paroi sont telles que les jets de gaz issus de la couronne de soufflage ont une direction d'émission en sortie de la couronne qui converge vers la
30 paroi refroidie, convergence s'opérant de préférence à une hauteur inférieure à celle du milieu de la bande périphérique. En fait, les jets de

gaz peuvent être conçus de façon à longer, au moins en partie, la paroi. Comme ceux-ci sont émis généralement verticalement, la conicité de la paroi évoquée plus haut va permettre une convergence progressive et contraindre les jets de gaz à venir longer la paroi, au moins dans sa partie inférieure. Comme évoqué plus haut, cette convergence n'est pas systématique, certains modes de réalisation faisant partie de l'invention incluent une divergence, les jets de gaz émis par la couronne de soufflage pouvant être dirigés vers la paroi du centrifugeur plutôt que vers la paroi refroidie selon l'invention.

On prévoit de préférence que le bord supérieur de la paroi refroidie est plus éloigné de l'axe du centrifugeur que ne le sont les points d'émission de gaz de la couronne de soufflage. Préférentiellement, on peut configurer la paroi refroidie de façon à ce que son bord supérieur se trouve accolé aux points d'émission des gaz de la couronne de soufflage, points d'émission qui sont par exemple sous forme d'orifices d'une conduite annulaire, de tétons ou de buses comme détaillé par la suite. On peut aussi l'en éloigner un peu : avantageusement, ce bord supérieur est à une distance x_1 (mesurée radialement par rapport à l'axe du centrifugeur) des axes de projection des jets gazeux (ou, autrement dit, des centres des orifices émettant les jets de gaz) d'au plus de 40 mm, notamment d'au plus 20 mm et d'au moins 0,5 mm.

La couronne de soufflage préférée comporte des éléments générateurs de jets de gaz, de préférence individualisés et divergents se rejoignant en dessous de la rangée d'orifices la plus basse de la bande périphérique. Deux modes de réalisation sont préférés : un anneau tubulaire percé d'orifices sur lesquels sont fixés des tétons ou une série de buses.

Avantageusement, la température des gaz d'étirage émis à la sortie du brûleur annulaire est d'au plus 1600°C, notamment comprise entre 1350 et 1450°C : c'est une température qui peut donc être moins élevée que celle que l'on peut rencontrer en centrifugation interne, la température des gaz d'étirage étant généralement d'au moins 1500°C, et plutôt aux

environs de 1600°C. Des gaz d'étirage "plus froids", outre le gain énergétique induit, présentent l'intérêt de moins détériorer le liant que l'on vient pulvériser sur les fibres sous le centrifugeur, les fibres ayant de fait une température moins élevée au moment de la pulvérisation. Il est également vraisemblable que des fibres étirées à des températures inférieures aux températures habituelles seraient plus "fragiles" mécaniquement, ce qui faciliterait leur coupure en fibres courtes lors de leur traversée de la nappe froide émise par la couronne de soufflage puis leur impact contre la paroi mécanique selon l'invention. Ce choix de température d'étirage contribuerait ainsi également, indirectement, à l'ajustement des dimensions des fibres.

Un moyen additionnel optionnel pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres est structurel : il consiste à ajuster le perçage de la bande périphérique de façon à ce que la taille des orifices, disposés en rangées concentriques, varie de haut en bas sur la hauteur du centrifugeur en position de centrifugation, cette taille d'orifices diminuant puis augmentant à nouveau sur ladite hauteur.

Selon un mode de réalisation préféré, les orifices sont répartis en groupes de rangées concentriques avec, de haut en bas, au moins un premier groupe de n_1 rangées " hautes " d'orifices circulaires de diamètre d_1 , un second groupe de n_2 rangées " intermédiaires " d'orifices circulaires de diamètre d_2 inférieur à d_1 et enfin un troisième groupe de n_3 rangées " basses " d'orifices circulaires de diamètre d_3 supérieur au diamètre d_2 , avec $n_1, n_2, n_3 \geq 1$ et notamment compris entre 3 et 10. De préférence, on a les relations suivantes entre les diamètres d_1, d_2 et d_3 :

- ① - d_1 est voisin de d_3 , avec $d_1 = d_3 + /-0,2$ mm, notamment $d_1 = d_3 \pm 0,1$ mm,
- ② - $d_3 - d_2 \approx d_1 - d_2$,
- ③ - $d_3 - d_2$ compris entre 0,1 et 0,5 mm, avec notamment $d_3 - d_2 > 0,1$ mm ou $\geq 0,2$ mm

L'invention a également pour objet le procédé de formation des fibres, utilisant notamment le dispositif décrit ci-dessus et consistant en

une centrifugation interne associée à un étirage gazeux à haute température selon lequel le matériau à fibre est déversé à l'intérieur du centrifugeur tournant selon un axe essentiellement vertical et dont la bande périphérique est percée d'une pluralité d'orifices, d'où le matériau est éjecté puis étiré par un courant gazeux à haute température émis par un brûleur annulaire, les fibres étant canalisées, ajustées en dimension par un organe pneumatique sous forme d'une couronne de soufflage. Le procédé est tel que l'on complète cette canalisation, cet ajustement en dimensions par au moins un autre moyen, dont un moyen mécanique faisant barrière physiquement à la propagation des fibres radialement par rapport à l'une du centrifugeur : il s'agit de la paroi refroidie décrite plus haut.

Le procédé de l'invention consiste à ajuster la configuration de ce moyen mécanique, les paramètres de gaz d'étirage et des gaz de la couronne de soufflage, et optionnellement le perçage de la bande périphérique du centrifugeur par fabrication de la laine minérale de micronaire compris entre 3 et 8 sous 5 grammes. Le diamètre moyen des fibres constituant la laine minérale est avantageusement compris entre 4 et 13 μm .

L'invention concerne également l'application du procédé et du dispositif décrits plus haut à la fabrication de matériaux d'isolation thermique et/ou phonique de densité supérieure à 40 kg/m^3 , notamment de 40 à 160 kg/m^3 , dont la laine minérale a notamment été crêpée.

L'invention concerne également ces produits d'isolation à forte densité eux-mêmes, notamment destinés à faire des panneaux d'isolation pour toit-auto. Généralement, pour une épaisseur de 50 mm, une densité de 80 kg/m^3 et un taux de liant massique par rapport à la laine de verre d'environ 6%, on obtient :

- une résistance à l'arrachement d'environ 20 ± 3 kPa,
- une résistance à la compression à 10% d'environ 60 ± 5 kPa,
- une conductivité thermique d'au plus 38 W/m.k.

L'invention sera décrite plus en détails ci-après à l'aide des figures suivantes :

- ➔ figure 1 : une vue schématique en coupe verticale de l'installation de fibrage selon l'invention,
- 5 ➔ figure 2 : une vue schématique agrandie en coupe verticale du centrifugeur selon une première variante,
- ➔ figure 3 : une vue schématique agrandie en coupe verticale du centrifugeur selon une seconde variante.

La figure 1 représente très schématiquement une installation de
10 fibrage propre à la mise en œuvre de l'invention et voisine de l'enseignement du brevet EP 0 519 797 en ce qui concerne le centrifugeur, le brûleur annulaire et la couronne de soufflage. Cette installation est essentiellement constituée par un centrifugeur sans fond 1 dont la bande périphérique 2 est percée d'un grand nombre d'orifices, fixés à un moyeu
15 en prise sur l'arbre de rotation 3 selon un axe X_1 monté vertical, entraîné par un moteur non représenté. Le filet de verre fondu alimente le centrifugeur en passant par l'arbre creux 3 et s'écoule dans un panier 5 à fond plein pourvu d'une paroi cylindrique percée d'un petit nombre d'orifices relativement gros, par perçage et par exemple, d'un diamètre de
20 l'ordre de 3 mm grâce auxquels le verre fondu est distribué sous forme de filets primaires 7 dirigés vers l'intérieur de la bande périphérique d'où il est expulsé sous l'effet de la force centrifuge sous forme de filaments 8.

Le centrifugeur est entouré d'un brûleur annulaire 9 et d'une couronne de soufflage 10. Les rangées sont réparties en trois groupes de
25 haut en bas : les rangées intermédiaires ont un diamètre de trou inférieur aux rangées hautes et basses d'au moins 0,1 ou 0.2 mm.

Le brûleur annulaire 9 (conforme à l'enseignement du brevet EP-0 189 354) engendre un jet gazeux dont la température aux lèvres du brûleur est de l'ordre de 1450°C.

30 La finesse des fibres est déterminée par la valeur de leur micronaire (F) sous 5g. La mesure du micronaire appelée aussi "indice de finesse" rend compte de la surface spécifique grâce à la mesure de la perte de charge

aérodynamique lorsqu'une quantité donnée de fibres extraites d'un matelas non ensimé est soumise à une pression donnée d'un gaz - en général de l'air ou de l'azote. Cette mesure est usuelle dans les unités de production de fibres minérales, elle est normalisée (DIN 53941 ou ASTM D 1448) et elle
5 utilise un appareil dit "appareil micronaire".

La couronne de soufflage 10 est constituée par un anneau tubulaire dont les orifices sont munis de tétons 11 fixés par exemple par soudure. En permettant un guidage prolongé des jets, les tétons conduisent à une plus grande stabilité des conditions d'émission des jets individualisés et de ce
10 fait la régularité de fonctionnement de la couronne en est favorablement affectée.

Selon l'invention, et comme cela est représenté plus clairement en figure 2, il y a un dispositif annulaire 12 comprenant une paroi extérieure 13 en acier inoxydable tournée vers le centrifugeur 2 et sous la forme d'un
15 tronc de cône évasé vers le haut. Cette paroi fait un angle α_1 d'environ 5 à 12° par rapport à la verticale. Dans le cas particulier non limitatif de la figure 2, l'axe vertical est confondu avec l'axe de rotation X1 du centrifugeur et avec l'axe d'émission X2 des jets de gaz issus de la couronne de soufflage 10.

20 Le bord supérieur 14 de la paroi 13 est accolé à la paroi des tétons 11 de la couronne de soufflage. Son bord inférieur est à une hauteur nettement inférieure à celle de la rangée d'orifices la plus basse du centrifugeur.

Cette paroi 13 appartient donc à un dispositif de forme sensiblement
25 annulaire disposé en regard du centrifugeur, qui est du type "boîte à eau" : il est muni dans sa cavité d'un système de refroidissement par circulation d'eau pour assurer que la paroi avec laquelle les fibres vont entrer en contact reste à une température suffisamment faible pour qu'elle n'y restent pas collées, mais "rebondissent" et se brisent éventuellement sous
30 l'impact.

En fonctionnement, les fibres en cours de formation parviennent à franchir pour la majorité d'entre elles, la nappe gazeuse froide émise par la couronne de soufflage 10, et viennent heurter la paroi 13 de façon à se rabattre en direction convergente vers l'organe de réception non représenté.

N'est pas représentée non plus, car conventionnelle, la couronne de pulvérisation de liant sous le centrifugeur. La laine minérale recueillie en nappe est ensuite traitée thermiquement de façon conventionnelle pour réticuler le liant notamment, puis subit un crêpage selon l'enseignement du brevet EP-0 133 083.

Les fibres obtenues présentent un micronaire d'environ 7 sous 5 grammes.

Leurs performances thermiques et mécaniques à 80 kg/m³ ont été mentionnées plus haut.

Par ailleurs, il a été constaté que les propriétés mécaniques de ce type de produit d'isolation lourd étaient aussi bonnes, voire meilleures, quand pour un même centrifugeur on augmente la tirée de 22 tonnes/jour à 35 tonnes/jour. C'est tout-à-fait remarquable dans la mesure où on observe généralement la tendance inverse à savoir une détérioration progressive des propriétés mécaniques quand le rendement de production augmente dans le cas des produits dits légers ou de faible densité (c'est-à-dire d'une densité inférieure à 40 kg/m³). C'est une conséquence étonnante et avantageuse de l'invention, pouvant peut-être s'expliquer par le fait que plus le débit de verre éjecté du centrifugeur est élevé, plus les impacts des fibres sur la paroi refroidie sont importants/violents et plus on réduit la taille des fibres.

La figure 3 reprend les éléments structurels déjà décrits en figure 2. Dans ce mode de réalisation, les jets de gaz issus de la couronne de soufflage 10 sont émis selon un axe X2 qui fait un angle α_3 d'environ 60° avec la verticale. Ces jets sont dirigés vers la bande périphérique 2 du centrifugeur, et non vers la paroi refroidie 13.

Les deux modes de réalisation représentés aux figures 2 et 3 ne sont pas limitatifs de l'invention: beaucoup d'autres configurations sont possibles. Ainsi, on peut configurer l'élément 12 ainsi que la couronne 10 avec ses tétons 11, de façon à ce que la surface sensiblement horizontale de la partie supérieure de l'élément 12 se trouve à un niveau plus élevé, par rapport à la verticale, que l'extrémité des tétons 11 (soit en modifiant la géométrie des tétons, en les inclinant par exemple, soit en modifiant la géométrie de la zone supérieure de l'élément 12, notamment celle de son bord 14) : on "remonte" ainsi l'élément 12 par rapport aux tétons 11. On peut aussi choisir la démarche inverse, en "abaissant" un peu l'élément 12 par rapport auxdits tétons 11, la seule contrainte étant d'éviter cependant que des fibres puissent passer au-dessus de la paroi 13 refroidie.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de formation de fibres minérales par centrifugation interne comportant :
- un centrifugeur (1) apte à tourner autour d'un axe X_1 , notamment vertical et dont la bande périphérique (2) est percée d'une pluralité d'orifices,
 - un moyen d'étirage gazeux à haute température sous forme d'un brûleur annulaire (9),
 - un moyen pneumatique pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres sous forme d'une couronne de soufflage (10),
- 10 *caractérisé en ce que* la canalisation et l'ajustement des dimensions des fibres opérées par ledit moyen pneumatique sont complétés par au moins un autre moyen, dont un moyen mécanique (12) comprenant une paroi refroidie (13) disposée autour du centrifugeur (1) en regard de sa bande périphérique (2) au moins.
- 15 2. Dispositif selon la revendication 1, *caractérisé en ce que* la surface de la paroi refroidie (13) tournée vers le centrifugeur (1) est essentiellement métallique, notamment en acier inoxydable .
- 20 3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la paroi refroidie (13) est concentrique autour de l'axe du centrifugeur (1), et présente une surface extérieure dirigée vers le centrifugeur (1) qui est au moins partiellement cylindrique ou sous forme d'un tronc de cône, de préférence évasé en partie supérieure.
- 25 4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la paroi refroidie (13) est au moins en partie sous forme d'un tronc de cône incliné d'un angle α_1 par rapport à l'axe X_1 du centrifugeur (1) compris entre 0 et 30°, notamment strictement positif et de préférence compris entre 2 et 20°.
- 30 5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la paroi (13) refroidie est au moins en partie sous forme d'un tronc de cône incliné d'un angle α_2 par rapport à l'axe X_2 de projection des jets de gaz

issus de la couronne de soufflage (10) compris entre 0 et 60 ou 70°, notamment égal à 0 ou compris entre 2 et 20 ou 30° ou entre 5 et 15°.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* l'axe X_2 de projection des jets de gaz issus de la couronne de soufflage (10) fait un angle α_3 avec la verticale qui est égal à 0 ou différent de 0, notamment de $\pm 30^\circ$ ou d'amplitude supérieure.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la hauteur de la paroi refroidie (13) mesurée selon un axe vertical est supérieure à celle de la bande périphérique (2) du centrifugeur (1), la distance mesurée verticalement entre l'extrémité inférieure de ladite paroi et la rangée d'orifices la plus basse du centrifugeur (1) étant égale à au moins la moitié de la hauteur de la bande périphérique (2), notamment entre la moitié et le double de ladite hauteur.

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la paroi refroidie (13) fait partie d'un dispositif mécanique (12) présentant une cavité munie d'un système de refroidissement par circulation de liquide, dispositif notamment de type boîte à eau.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la configuration du moyen pneumatique par rapport à celle de la paroi refroidie (13) est telle que les jets de gaz issus de la couronne de soufflage (10) ont une direction d'émission qui converge vers la paroi refroidie.

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la couronne de soufflage (10) comporte des éléments générateurs de jets de gaz individualisés divergents se rejoignant au-dessous de la rangée d'orifices la plus basse de la bande périphérique, ladite couronne étant notamment constituée par un anneau tubulaire percé d'orifices sur lesquels sont fixés les tétons (11) ou par une série de buses.

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la température du gaz d'étirage émis à la sortie du brûleur annulaire est d'au plus 1600°C, notamment comprise entre 1350 et 1450°C.

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce qu'un* moyen supplémentaire est prévu pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres, moyen structurel consistant à prévoir une taille pour les orifices de la bande périphérique qui, de haut en bas en position de centrifugation, varie en
5 diminuant puis en augmentant sur la hauteur de la bande périphérique (2).

13. Dispositif selon la revendication 12, *caractérisé en ce que* les orifices de la bande périphérique (12) sont répartis en trois groupes de rangées hautes, intermédiaires et basses ayant des diamètres d_1 , d_2 , d_3 respectant les relations suivantes :

10 ① - $d_1 = d_3 \pm 0,2$ mm, de préférence $d_1 = d_3 \pm 0,1$ mm,

② - $d_3 - d_2 \approx d_1 - d_2$,

③ - $d_3 - d_2$ compris entre 0,1 et 0,5 mm, notamment supérieur à 0,1 ou 0,2 mm.

14. Procédé de formation de fibres minérales par centrifugation interne associée à un étirage gazeux à haute température selon lequel le matériau à
15 fibrer est déversé à l'intérieur d'un centrifugeur (1) tournant autour d'un axe notamment vertical et dont la bande périphérique (2) est percée d'une pluralité d'orifices, d'où le matériau est éjecté puis étiré par un courant gazeux à haute température émis par un brûleur annulaire (9), les fibres étant
canalisées/ajustées en dimension par un moyen pneumatique sous forme d'une
20 couronne de soufflage (10), *caractérisé en ce qu'on* complète la canalisation et l'ajustement en dimension de fibres par au moins un autre moyen, dont un moyen mécanique (12) faisant barrière physiquement à la propagation des fibres radialement par rapport à l'axe X1 du centrifugeur (1).

15. Procédé selon la revendication 14, *caractérisé en ce que* la barrière
25 physique est un élément mécanique offrant une paroi (13) disposée autour du centrifugeur en regard de la bande périphérique (2), notamment refroidie et essentiellement métallique au moins en surface.

16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, *caractérisé en ce que* ladite
paroi (13) est au moins partiellement cylindrique ou sous forme d'un tronc de
30 cône évasé de préférence en partie supérieure.

17. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, *caractérisé en ce que* les jets de gaz émis par la couronne de soufflage (10) convergent vers cette paroi (12) et/ou la longent au moins en partie.

18. Procédé selon l'une des revendications 14 à 17, *caractérisé en ce que* les jets de gaz émis par la couronne de soufflage (10) sont individualisés, divergents, et se rejoignent après la rangée d'orifices la plus basse du centrifugeur (1).

19. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, *caractérisé en ce que* les gaz émis par la couronne de soufflage (10) convergent vers la bande périphérique (2) du centrifugeur (1).

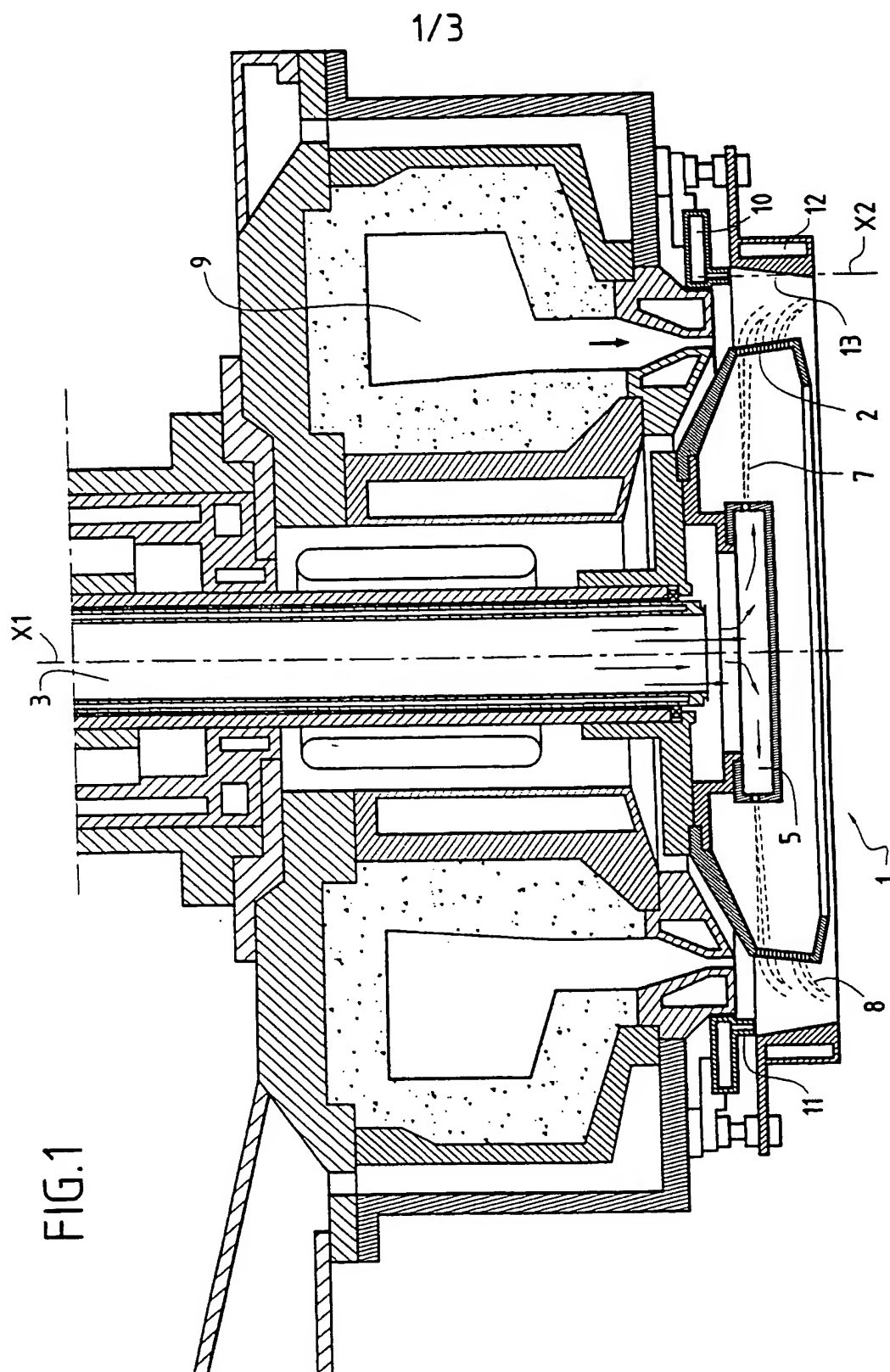
20. Procédé selon l'une des revendications 14 à 19, *caractérisé en ce que* les gaz d'étirage sont émis à la sortie du brûleur annulaire (9) à une température d'au plus 1600°C, notamment comprise entre 1350 et 1450°C.

21. Procédé selon l'une des revendications 15 à 20, *caractérisé en ce que* la majorité des fibres éjectées du centrifugeur viennent heurter la paroi (12).

22. Application du dispositif selon l'une des revendications 1 à 13 ou du procédé selon l'une des revendications 14 à 21 à la fabrication de laine minérale de micronaire compris entre 3 et 8 sous 5 grammes.

23. Application du dispositif selon l'une des revendications 1 à 13 ou du procédé selon l'une des revendications 14 à 22 à la fabrication de matériau d'isolation thermique et/ou phonique de densité supérieure à 40 kg/m³, notamment de type crêpés.

24. Produits d'isolation thermique ou phonique de densité au moins 40 kg/m³, notamment compris entre 40 et 160 kg/m³, obtenus à partir de laine minérale obtenue avec le dispositif selon l'une des revendications 1 à 13 ou selon le procédé conforme à l'une des revendications 14 à 22 puis crêpée, et présentant notamment une résistance à l'arrachement d'environ 20 kPa et une résistance à la compression d'environ 60 kPa pour une épaisseur d'environ 50 mm, un taux de liant d'environ 6% et une densité de 80 kg/m³.



FEUILLE DE REMPLACEMENT (RÈGLE 26)

BEST AVAILABLE COPY

2/3

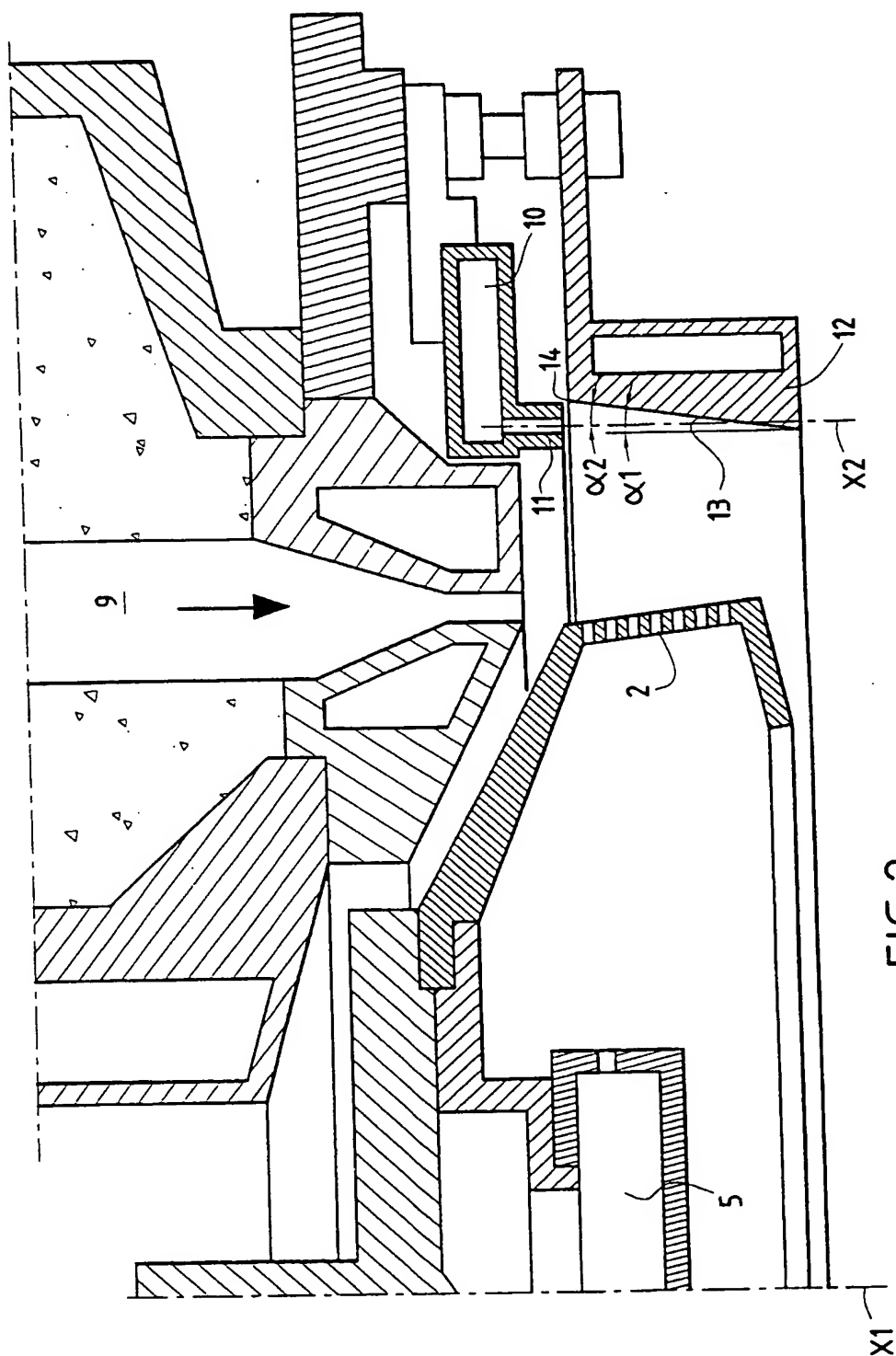


FIG.2

FEUILLE DE REMPLACEMENT (RÈGLE 26)

BEST AVAILABLE COPY

3/3

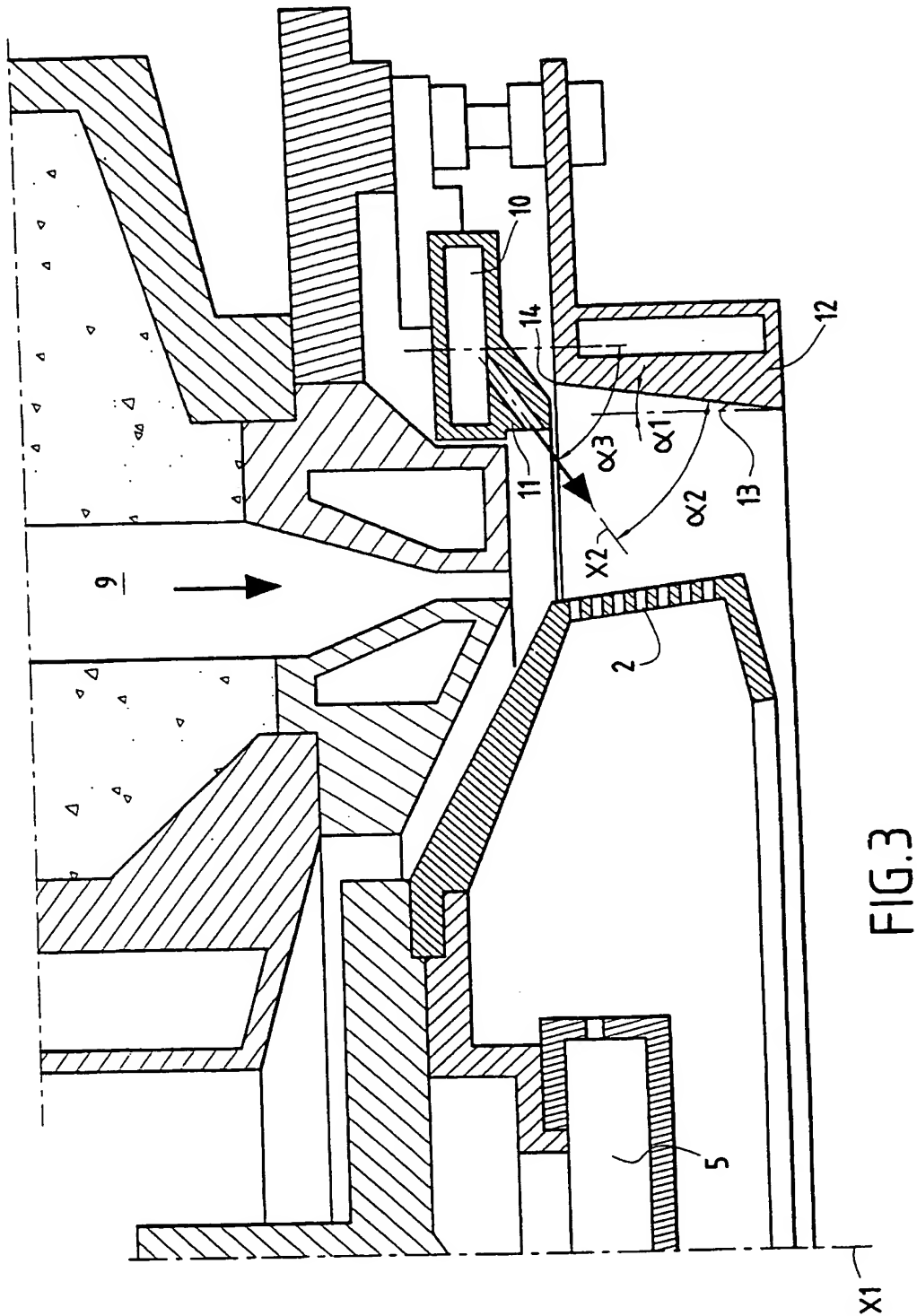


FIG.3

FEUILLE DE REMPLACEMENT (RÈGLE 26)

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No
PCT/FR 00/03243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C03B37/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 189 354 A (ISOVER SAINT-GOBAIN) 30 July 1986 (1986-07-30) cited in the application the whole document	1, 14, 23, 24
A	WO 97 15532 A (ISOVER SAINT-GOBAIN) 1 May 1997 (1997-05-01) cited in the application the whole document	1, 14, 23, 24

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 February 2001

Date of mailing of the international search report

07/03/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van den Bossche, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/FR 00/03243

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 189354 A	30-07-1986	FR 2576671 A	01-08-1986
		AT 74337 T	15-04-1992
		AU 583085 B	20-04-1989
		AU 5214586 A	31-07-1986
		BR 8600224 A	30-09-1986
		CA 1272603 A	14-08-1990
		CN 86100401 A,B	23-07-1986
		DE 3684617 A	07-05-1992
		DK 16686 A	26-07-1986
		ES 551109 D	16-12-1986
		ES 8702314 A	16-03-1987
		FI 860170 A,B,	26-07-1986
		GR 860207 A	26-05-1986
		IN 164948 A	15-07-1989
		JP 61178438 A	11-08-1986
		NO 860253 A	28-07-1986
		PT 81901 A,B	01-02-1986
		TR 22631 A	22-01-1988
		US 4661135 A	28-04-1987
		ZA 8509804 A	30-03-1988
WO 9715532 A	01-05-1997	DE 19540109 A	30-04-1997
		AT 189885 T	15-03-2000
		AU 716197 B	24-02-2000
		AU 7297796 A	15-05-1997
		BR 9606720 A	13-01-1998
		CA 2207573 A	01-05-1997
		CN 1172464 A	04-02-1998
		CZ 9701670 A	14-01-1998
		DE 69606761 D	30-03-2000
		DE 69606761 T	05-10-2000
		DK 800492 T	29-05-2000
		EP 0800492 A	15-10-1997
		ES 2143784 T	16-05-2000
		GR 3032751 T	30-06-2000
		HR 960489 A	31-08-1997
		HU 9702415 A,B	28-04-1998
		JP 10511636 T	10-11-1998
		NO 972966 A	25-06-1997
		NZ 320269 A	24-09-1998
		PL 321044 A	24-11-1997
		PT 800492 T	31-07-2000
		SI 800492 T	31-08-2000
		SK 71697 A	10-12-1997
		TR 9700507 T	21-10-1997
		US 5900037 A	04-05-1999

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 00/03243

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 C03B37/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 C03B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 189 354 A (ISOVER SAINT-GOBAIN) 30 juillet 1986 (1986-07-30) cité dans la demande le document en entier	1, 14, 23, 24
A	WO 97 15532 A (ISOVER SAINT-GOBAIN) 1 mai 1997 (1997-05-01) cité dans la demande le document en entier	1, 14, 23, 24
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-weight: bold;">23 février 2001</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-weight: bold;">07/03/2001</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tél. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Van den Bossche, W</div>

Formulaire PCT/SA/210 (deuxième feuille) (juillet 1992)

BEST AVAILABLE COPY

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No
PCT/FR 00/03243

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 189354 A	30-07-1986	FR 2576671 A	01-08-1986
		AT 74337 T	15-04-1992
		AU 583085 B	20-04-1989
		AU 5214586 A	31-07-1986
		BR 8600224 A	30-09-1986
		CA 1272603 A	14-08-1990
		CN 86100401 A, B	23-07-1986
		DE 3684617 A	07-05-1992
		DK 16686 A	26-07-1986
		ES 551109 D	16-12-1986
		ES 8702314 A	16-03-1987
		FI 860170 A, B,	26-07-1986
		GR 860207 A	26-05-1986
		IN 164948 A	15-07-1989
		JP 61178438 A	11-08-1986
		NO 860253 A	28-07-1986
		PT 81901 A, B	01-02-1986
		TR 22631 A	22-01-1988
		US 4661135 A	28-04-1987
		ZA 8509804 A	30-03-1988
WO 9715532 A	01-05-1997	DE 19540109 A	30-04-1997
		AT 189885 T	15-03-2000
		AU 716197 B	24-02-2000
		AU 7297796 A	15-05-1997
		BR 9606720 A	13-01-1998
		CA 2207573 A	01-05-1997
		CN 1172464 A	04-02-1998
		CZ 9701670 A	14-01-1998
		DE 69606761 D	30-03-2000
		DE 69606761 T	05-10-2000
		DK 800492 T	29-05-2000
		EP 0800492 A	15-10-1997
		ES 2143784 T	16-05-2000
		GR 3032751 T	30-06-2000
		HR 960489 A	31-08-1997
		HU 9702415 A, B	28-04-1998
		JP 10511636 T	10-11-1998
		NO 972966 A	25-06-1997
		NZ 320269 A	24-09-1998
		PL 321044 A	24-11-1997
		PT 800492 T	31-07-2000
		SI 800492 T	31-08-2000
		SK 71697 A	10-12-1997
		TR 9700507 T	21-10-1997
		US 5900037 A	04-05-1999